



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE SALUD PÚBLICA**  
**ESCUELA DE GASTRONOMÍA**

**“ELABORACIÓN DE HARINA DE ZANAHORIA BLANCA PARA  
UTILIZAR EN PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN Y DEFINIR  
NIVELES DE ACEPTABILIDAD”**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**LICENCIADO EN GESTIÓN GASTRONÓMICA**

**CARLOS ALBERTO CHILIG MANGUI**

**RIOBAMBA – ECUADOR**  
**2013**

## **CERTIFICACIÓN**

**La presente tesis ha sido revisada y se autoriza su presentación.**

Lcda. Ana Moreno G.

**DIRECTOR DE TESIS**

## CERTIFICACIÓN

Los miembros de tesis certifican que el trabajo de investigación titulado: “ELABORACIÓN DE HARINA DE ZANAHORIA BLANCA PARA UTILIZAR EN PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN Y DEFINIR NIVELES DE ACEPTABILIDAD”; de responsabilidad del señor Carlos Alberto Chilig Mangui, ha sido revisada prolijamente quedando autorizada su publicación.

Lcda. Ana Moreno G.

---

**DIRECTOR DE TESIS**

Dra. Mayra Logroño V.

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Riobamba, 27 de Noviembre de 2013

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Salud Pública, Escuela de Gastronomía por la enseñanza impartida a lo largo de mi carrera profesional y por la oportunidad de pertenecer a tan prestigiosa institución.

A la Lcda. Ana Moreno y en especial a la Dra. Mayra Logroño, quien fue un pilar fundamental para elaborar mi tesis con quien he trabajado conjuntamente, la misma que con su conocimiento aclaró todas mis dudas y problemas, por su paciencia, sugerencias y sobre todo por su amistad.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado primeramente a Dios por brindarme la oportunidad de tener vida, salud, darme todo lo necesario y protegerme siempre.

A mis padres por ser mi soporte principal, por su apoyo incondicional y necesario para culminar mi carrera profesional, quienes me enseñaron muchas cosas de la vida, por los valores que me inculcaron, por su amor y comprensión que me dan todos los días.

A mi hermana por ser una persona maravillosa que está junto a mí con su cariño y ser parte importante en mi vida.

A mis amigos porque han estado siempre a mi lado en esos momentos de locuras, tristezas, alegrías, por el apoyo de cada uno de ellos y en especial por su gran amistad.

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo General.....	2
2.2. Objetivos Específicos.....	2
III. MARCO TEÓRICO.....	3
3.1. Zanahoria blanca.....	3
3.1.1. Nombre científico .....	3
3.1.2. Nombres por regiones.....	3
3.1.3. Antecedentes.....	3
3.1.4. Tipos de zanahoria blanca.....	4
3.1.5. Siembra y cosecha.....	5
3.1.6. Producción en el Ecuador.....	6
3.1.7. Valor nutricional de la zanahoria blanca.....	7
3.1.8. Usos de la zanahoria blanca.....	8
3.2. Productos de panificación.....	8
3.2.1. Pan.....	8
3.2.2. Historia .....	9
3.2.3. Ingredientes .....	11
3.2.3.1. Harina .....	11
3.2.3.2. Agua.....	11
3.2.3.3. Sal.....	12
3.2.3.4. Levadura.....	12
3.2.4. Elaboración del pan .....	14

3.2.5. Tipos de pan.....	14
3.2.6. Consumo del pan.....	15
3.3. Evaluación sensorial .....	16
3.3.1. Escala hedónica de evaluación sensorial.....	17
<b>IV. HIPÓTESIS.....</b>	<b>19</b>
<b>V. METODOLOGÍA.....</b>	<b>20</b>
5.1. Metodología y temporalización .....	20
5.2. Variables .....	21
5.2.1. Identificación .....	21
5.2.2. Definición .....	21
5.2.3. Operacionalización .....	24
5.3. Tipo y diseño de estudio .....	26
5.4. Objeto de estudio .....	26
5.5. Descripción de procedimientos .....	26
5.5.1. Proceso de elaboración de la harina de zanahoria blanca.....	26
5.5.2. Propiedades físico-químicas de la harina de zanahoria blanca según norma RTCR14:9958.....	29
5.5.3. Microbiológico .....	38
5.5.4. Elaboración del pan con inclusión de harina de zanahoria blanca .....	38
5.5.5. Requisitos obligatorios del pan común según norma INEN 95:1979.....	41
5.5.6. Evaluación de aceptabilidad del producto.....	41

<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	43
a. Obtención de la harina de zanahoria blanca	43
b. Propiedades físico-químicas de la harina de zanahoria blanca	43
c. Microbiológico	44
d. Pan con inclusión de harina de zanahoria blanca	45
e. Requisitos del pan según norma INEN 95:1979	46
f. Evaluación de niveles de aceptabilidad	51
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	53
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>	55
<b>IX. RESUMEN</b>	
<b>SUMMARY</b>	
<b>X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	56
<b>XI. ANEXOS</b>	59



## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N°1.- Porcentaje de rendimiento de la zanahoria.....	28
CUADRO N°2.- Parámetros de secado, tiempo y temperatura.....	29
CUADRO N°3.- Porcentaje de rendimiento del harina de zanahoria blanca.....	29
CUADRO N°4.- Humedad. Primer pesado.....	31
CUADRO N°5.- Humedad. Segundo pesado.....	31
CUADRO N°6.- Humedad. Promedio del crisol vacío.....	31
CUADRO N°7.- Humedad. Peso del crisol más muestra.....	32
CUADRO N°8.- Humedad. Peso de la muestra seca.....	33
CUADRO N°9.- % Humedad.....	33
CUADRO N°10.- Cenizas. Obtención de los gramos de la muestra.....	35
CUADRO N°11.- % Cenizas.....	35
CUADRO N°12.- Formulaciones del pan.....	38
CUADRO N°13.- Parámetros de horneado del pan.....	40
CUADRO N°14.- Parámetros de secado de la harina de zanahoria blanca.....	43
CUADRO N°15.- Harina de zanahoria blanca: norma RTCR 14:9958.....	43

CUADRO N°16.- Microbiológico: harina de zanahoria blanca: norma RTCR 14:9958.....	44
CUADRO N°17.- Formulaciones del pan.....	45
CUADRO N°18.- Parámetros de horneado del pan.....	45
CUADRO N°19.- Análisis de varianza. Requisitos obligatorios del pan común según la norma INEN 95:1979.....	46
CUADRO N°20.- Niveles de aceptabilidad.....	51

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N°1.- Sabor y olor.....	46
GRÁFICO N°2.- Miga.....	47
GRÁFICO N°3.- Corteza.....	47
GRÁFICO N°4.- Sólidos totales.....	48
GRÁFICO N°5.- Acidez.....	49
GRÁFICO N°6.- Humedad.....	49
GRÁFICO N°7.- Evaluación de niveles de aceptabilidad.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1.- Variedades de la zanahoria blanca.....5

TABLA N° 2.- Composición de la zanahoria blanca.....7

## **RESUMEN**

La zanahoria blanca tiene un elevado contenido de almidón (63,72%), carbohidratos (84,76%) y fibra (3%) y bajo contenido en grasa y proteína por lo que su industrialización es factible debido a su sabor. Por lo que se seleccionó la zanahoria blanca con el objetivo de elaborar harina y experimentar nuevas formulaciones de pan con inclusión de harina de zanahoria blanca para aprovechar sus nutrientes. En la obtención de la harina de zanahoria blanca se determinó sus parámetros de secado y su rendimiento, además se analizó sus propiedades físico-químicas y microbiológicas según la norma RTCR 14:9958. Se elaboraron panes con diferente porcentaje de inclusión (0%, 10%, 20% y 30%) y se estableció los requisitos del pan según la norma INEN 95:1970. Se efectuaron pruebas de aceptabilidad del producto y se aplicó la escala hedónica de 9 puntos a estudiantes de la Escuela de Gastronomía de la Facultad de Salud Pública de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Los valores de las propiedades de la harina se ajustaron a la norma a excepción de cenizas (2,97 %) y ácidos (0,593%) que fueron superiores a lo establecido ya que la zanahoria blanca posee mayor cantidad de minerales. Los resultados obtenidos de los panes también se ajustan satisfactoriamente a la norma a excepción de los sólidos totales (82%-87%) por lo que es un beneficio ya que mientras más sólidos totales menos cantidad de agua y más tiempo de vida útil del producto. Los resultados microbiológicos fueron satisfactorios. El pan con inclusión de 30% obtuvo un puntaje entre “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”, mostrando buena aceptación por los evaluados.

## **SUMMARY**

White carrots have high starch content (63.72%), carbohydrate (84.72%), and fiber (3%) and a low fat and protein content marking feasible its industrialization because of its taste. White carrot was selected in order to develop flour and test new formulations to include carrot flour in bread to get their nutrients. In the obtaining of white carrot flour was determined its drying parameters and performance, also was analyzed their physic-chemical and microbiological according to the standard 14:9958 RTCR. Breads were prepared with different inclusion percentage (0%, 10%, 20% and 30%) and the requirements established in accordance with standard bread INEN 95:1970. Acceptability tests were performed and the product was applied to the 9-point hedonic scale for students of the School of Gastronomy, Faculty of Public Health of the Polytechnic School of Chimborazo. The values of the properties of the flour and adjusted to the standard exception of ashes (9.97%) and acidity (0.593%) were higher than the standards, because of the greater amounts of minerals in white carrots. The results of the bread also adjust well to the exception rule of total solids (82%-87%) so it is beneficial, because for more total solids less water and longer product life. Microbiological results were satisfactory. The bread including 30% obtained a score between “like moderately” and “I like”, showing a good acceptance by the individuals.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Para la elaboración de pan usualmente se utilizan harina de trigo duro, agua y algunos otros ingredientes como sal, azúcar, mantequilla y levadura fresca etc. La zanahoria blanca tiene un gran potencial para ser usada en múltiples preparaciones. No obstante hasta el momento no existe en el país una industria dedicada a la explotación de esta raíz como fuente de harina o almidón. Su composición química indica que es una raíz con un elevado contenido de almidón (63,72%), carbohidratos (84,76%) fibra (alrededor del 3%) y bajo contenido de grasa y proteína.

El presente trabajo se realizó con la finalidad principal de diversificar el uso de la zanahoria blanca elaborando pan con su inclusión (0%, 10%, 20% y 30%), estudiando sus parámetros de secado para la obtención de la harina, sus propiedades físico-química y microbiológica, así como los requisitos del pan común según norma INEN 95:1979 y su aceptabilidad.

Esta investigación da un aporte teórico, ya que vamos a obtener datos sobre la harina de zanahoria blanca los mismos que no existen en el mercado, y un aporte práctico con nuevas formulaciones de pan a base de harina de zanahoria blanca, además de enriquecimientos de la harina de trigo con harinas no convencionales de raíces y tubérculos, lo cual ha dado un buen resultado al implementarlos no solamente en productos de panificación, sino en diferentes alternativas gastronómicas.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. GENERAL**

Elaborar harina de zanahoria blanca para utilizar en productos de panificación y definir niveles de aceptabilidad.

### **2.2. ESPECÍFICOS**

- Determinar el rendimiento, parámetros de secado, características físico-químicas y microbiológicas de la harina de zanahoria blanca.
- Experimentar combinaciones de harina de zanahoria blanca con la harina de trigo para la elaboración de productos de panificación.
- Determinar los requisitos obligatorios del pan común según la norma INEN 95:1979
- Establecer la aceptabilidad del producto



### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. ZANAHORIA BLANCA**

##### **3.1.1. NOMBRE CIENTÍFICO**

Arracacia xanthorrhiza

Bancroft. Familia: apiácea.

##### **3.1.2. NOMBRE POR REGIONES O LUGARES, SINÓNIMOS**

Raqacha (quechua)

Laqachu (aymara)

Virraqa (Cusco, Perú)

Ricacha (Cajamarca, Perú)

Zanahoria blanca (Cajamarca, Perú, y Ecuador). <sup>(1)</sup>

##### **3.1.3. ANTECEDENTES**

La zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) pertenece a la familia de las umbelíferas o apiáceas. Es un cultivo que ofrece muy buenas perspectivas económicas en los países productores, debido a la excelente calidad de las raíces tuberosas que produce. Su composición química indica que es una raíz con un elevado contenido de almidón (63,72%) y bajo contenido de grasa y proteína. Por ello, Ramos J. <sup>(2)</sup> plantea que su industrialización es muy factible debido a su delicado sabor y a la inexistencia de factores anti-nutricionales.

La zanahoria blanca tiene amplia variabilidad en lo referente a las características del follaje y raíz.

#### **3.1.4. TIPOS**

Los tipos más comunes son los de follaje bronceado y los de raíces blancas y amarillas.

Las variedades amarillas son consideradas como especialmente agradables al paladar y son de textura más harinosa. Esta raíz tiene un gran potencial para ser usada en múltiples preparaciones novedosas, aunque todavía no se aprovechan todas las posibilidades que ofrece para ser incluida en la comida para niños pequeños y enfermos en forma de harina, sémola o como almidón. <sup>(3)</sup>. Por otro lado, la zanahoria blanca constituye una alternativa de consumo en comparación con la yuca pues los rendimientos que alcanza son buenos, y se presenta como un alimento sano y fácilmente digerible; además es más resistente a las enfermedades.

Dado su contenido de carbohidratos, de carotenoides y su color, la zanahoria blanca, variedad amarilla, es el cultivo con mayor potencial para su industrialización en forma de harina integral. Posee alrededor del 3% de fibra, lo cual refuerza su importancia relativa porque en el caso particular de la fibra dietética, esta se reconoce como un agente terapéutico para los diabéticos, arterioscleróticos, personas con problemas de las coronarias y con padecimientos digestivos. <sup>(4)</sup>.

**TABLA Nº 1.- Variedades de la zanahoria blanca**

**VARIEDADES DE VIRRACA O ARRACACHA EN CUSCO, CULTIVADAS EN LA SELVA ALTA Y VALLES INTERANDINOS**

<b>VARIEDAD</b>	<b>COLOR DE LA PULPA</b>	<b>COLOR DE LA PIEL</b>
Yurac	Blanco, anillo vascular crema	Blanco
Qello	Amarillo	Amarillo
Pasña qello	Amarillo, anillo vascular morado	Rosado
Allqo	Amarillo, anillo vascular anaranjado	Amarillo
Qulli	Crema, anillo vascular morado	Blanco
Ñutu	Amarillo, de tamaño pequeño	Amarillo
Toctocho	Amarillo claro	Amarillo oscuro
Arruz	Amarillo claro	Amarillo
Walla	Blanco, anillo vascular morado	Blanco/rosado
Yana	Morado claro, anillo vascular negro	Morado

Fuente: Meza, 1995.

(5)

### **3.1.5. SIEMBRA Y COSECHA**

Es posible sembrar y cosechar a lo largo de todo el año, por consiguiente, podría asegurar ingresos relativamente permanentes.

(6).

En Ecuador los cultivos de zanahoria blanca se encuentran localizados entre 1.500 y 3.000 metros sobre el nivel del mar, a lo largo del callejón interandino.

La siembra se puede hacer directamente en el campo mediante brotes, llamados también hijuelos, colinos, propágulos o simplemente semilla, los cuales se desprenden de la planta madre, una vez cosechada. También se pueden obtener hijuelos de plantas que tengan por lo menos 8 meses de edad, pudiéndose retirar hasta un tercio de brotes, sin que la planta madre se resienta ni disminuya su producción. <sup>(7)</sup>

### **3.1.6. PRODUCCIÓN EN EL ECUADOR**

Las estadísticas permiten estimar la producción ecuatoriana entre 12.000 y 24.000 toneladas anuales; siendo que de este total tan solo un pequeño porcentaje es destinado al consumo humano. La zanahoria blanca presenta una frecuencia de compra de al menos 1 vez por semana por cada familia de las ciudades de Quito y Guayaquil. <sup>(8)</sup>.

El cultivo de mayor importancia se concentra en la región de San José de Minas representando la zona más importante de abastecimiento de esta raíz andina en el país. Mientras que en otras localidades como Intag, la producción está destinada al consumo local debido a la escasa producción.

En Baños, Tungurahua la zanahoria blanca se produce para el consumo local, pero también constituye la principal zona de producción de la Sierra Centro a través de la feria de Pelileo. Conviene destacar que la producción de zanahoria blanca perdió importancia para dar paso a la producción de frutales como el tomate de árbol o el babaco, así como también la frutilla. El incremento en los costos de producción de estos frutales está haciendo que los agricultores más pobres regresen a la zanahoria blanca que presenta un rendimiento por cultivo de 400 quintales por hectárea. (Espinoza P., 1997). <sup>(9)</sup>. “La producción de zanahoria blanca, resulta más rentable que los cultivos de granadilla y tomate de árbol, debido a que no necesita muchos cuidados; el problema radica en que la

cosecha se realiza al año de la siembra”, comenta José Morales, poblador del caserío de Illuchi, del cantón Baños. (2010)

### 3.1.7. VALOR NUTRICIONAL DE LA ZANAHORIA BLANCA

En general se caracteriza por un elevado contenido en agua y bajo contenido en lípidos y proteínas. <sup>(10)</sup>.

Existen varios estudios referentes a la zanahoria blanca y sus potenciales usos, entre estos encontramos que el tubérculo pierde aproximadamente un 20% en el contenido de cenizas y fibra por efecto del proceso de pelado. Por otro lado, los aminoácidos presentes en la parte comestible son biológicamente incompletos, debido a la presencia de 8 aminoácidos limitantes. <sup>(11)</sup>.

### TABLANº2.- COMPOSICIÓN DE LA ZANAHORIA BLANCA

**Cuadro A1.** Composición química (%) de la zanahoria blanca, perteneciente al banco del germoplasma del INIAP.\*

Parámetro	Zanahoria blanca	
	Muestra entera (con cáscara)	Parte comestible (sin cáscara)
Humedad	81,19	74,10
Cenizas	5,18	4,12
Proteína	5,43	5,15
Fibra	3,91	3,05
Extracto Etéreo	1,11	1,44
Carbohidratos totales	84,33	86,30
Almidón	63,72	72,18
Azúcares Totales	6,91	3,72
Azúcares Reductores	4,81	1,28
Calcio	0,15	0,12
Fosforo	0,17	0,17
Magnesio	0,07	0,038
Sodio	0,09	0,013
Potasio	2,13	1,69

Fuente: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP  
(Adaptado de Espín S. 2000) \* Datos expresados en base seca

### **3.1.8. USOS**

Dado su valor nutricional el consumo de arracacha es recomendado en la dieta alimenticia de niños, ancianos y convalecientes. Aunque la arracacha es más conocida por sus raíces, ninguna parte de esta planta queda sin aprovecharse. Los tallos y las hojas se usan como alimento.

En la medicina nativa se le utilizaba cocida y amasada en calidad de cataplasmas antiinflamatorios y antisépticos; también se le conocía como diurético y estimulante, antidiarreico, para expulsar la placenta y para las verrugas de la piel. Los tallos jóvenes pueden ser consumidos en ensaladas y las hojas pueden ser utilizadas como forraje para ganado vacuno o porcino. <sup>(12)</sup>

## **3.2. PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN**

### **3.2.1. PAN**

El pan es un alimento básico que forma parte de la dieta tradicional en Europa, Oriente Medio, La India y América. Se suele preparar mediante el horneado de una masa, elaborada fundamentalmente con harina de cereales, sal y agua. La mezcla, en la mayoría de las ocasiones, suele contener levaduras para que fermente la masa y sea más esponjosa y tierna.

El cereal más utilizado para la elaboración del pan es la harina de trigo. También se utiliza el centeno, la cebada, el maíz, el arroz. Existen muchos tipos de pan que pueden contener otros

ingredientes, como grasas de diferentes tipos (tocino de cerdo o de vaca, mantequilla, aceite de oliva), huevos, azúcar, especias, frutas, frutas secas (como por ejemplo pasas), verduras (como cebollas), frutos secos o semillas diversas.

La adición de la levadura provoca la fermentación de la masa antes del horneado, y como consecuencia, le proporciona un volumen y una esponjosidad debido a la producción de pequeñas burbujas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que se quedan inmersas entre la masa húmeda de la harina.

Al pan elaborado sin el empleo de levadura, se le llama ácimo, y por ello carece de la esponjosidad típica de los panes "hinchados" o "levados".

El pan ha sido tan importante en la alimentación humana, que se considera como sinónimo de alimento en muchas culturas.

### **3.2.2. HISTORIA**

Los primeros grupos humanos se alimentaban con los animales que cazaban y los frutos y plantas que recogían.

Con el tiempo, fueron descubriendo que podían cultivar algunas de las plantas que comían. Así empezaron a sembrar cereales, como trigo y cebada.

Los granos de trigo eran durísimos de masticar. Por eso comenzaron a machacarlos con piedras. Así fabricaron las primeras harinas. Hasta que en algún momento, alguien mezcló agua con ese

trigo molido. Ahora era una masa suave que se comía muy fácilmente.

Hasta que mucho tiempo después.

Una historia cuenta que el pan se descubrió por casualidad: alguien dejó olvidada la masa en un recipiente al sol. Al volver, la masa se había secado por el calor ¡y era buena para comer!

Ese primer pan se llamó matzá o pan ácimo. Aún hoy se consume durante algunas festividades religiosas

En el antiguo Egipto descubrieron una receta mejor: a la masa de cada día le agregaban un poco de masa del día anterior y esperaban un rato. Luego, cocinaban esa nueva mezcla en un horno. El pan quedaba blando, esponjoso y rico para comer.

El pan egipcio salía tan rico porque llevaba levaduras, como el pan que comemos habitualmente. Las levaduras son seres vivos muy pequeños, tan pequeños que no se ven a simple vista. Se reproducen naturalmente en la masa del pan crudo si uno la deja “descansar”.

Cuando se colocan levaduras en una masa, esta se llena de burbujitas de gas que la inflan. Gracias a ellas comemos un pan esponjoso y tiernito. <sup>(13)</sup>



### **3.2.3. INGREDIENTES**

Los ingredientes básicos, y necesarios para la elaboración del pan son sólo dos: harina y agua. La sal es un componente opcional que se emplea para dar sabor y fortalecer la masa. Según el tipo de pan que se trate se puede incluir como cuarto ingrediente la levadura.

#### **3.2.3.1. Harina**

La harina es el principal ingrediente del pan, consta básicamente de un cereal (o una mezcla de ellos) que ha sido molido finamente hasta llegar a una textura en forma de polvo. Dependiendo del uso final que se quiera dar a la harina: pastas, panadería, repostería, se suele moler con mayor o menor intensidad hasta lograr un polvo de una fineza extrema.

#### **3.2.3.2. Agua**

El agua es uno de los ingredientes indispensables en la elaboración del pan, su misión: activar los mecanismos de formación de la masa.

El agua tiene como misión activar las proteínas de la harina para que la masa adquiriera textura blanda y moldeable. Los panaderos usan un sistema de porcentajes denominado tasa de hidratación, también conocido como "porcentaje de panadero"; en la que el peso de la harina representa un porcentaje de 100, el resto de los ingredientes se miden como porcentajes sobre la harina. El agua puede representar desde un cincuenta por ciento en panes

ligeros, hasta un setenta por ciento en panes más artesanos. Algunos panaderos pueden llegar al ochenta por ciento de agua.

#### **3.2.3.3. Sal**

La sal es un ingrediente opcional en algunos panes, la misión de la sal es por una parte la de reforzar los sabores y aromas del propio pan, y por otra parte afectar a la textura final de la masa. La sal contribuye de una forma indirecta a la formación del color marrón de la corteza del pan, debido a que retarda la fermentación y esto genera un "exceso" de azúcares que favorecen durante el horneado la formación de estos colores dorados de la corteza.

#### **3.2.3.4. Levadura**

La levadura es un conjunto de microorganismos unicelulares que tienen por objeto alimentarse del almidón y de los azúcares existentes en la harina. Las levaduras forman parte de la familia de los hongos. Este proceso metabólico da lugar a la fermentación alcohólica cuyo resultado es etanol (cuya fórmula química es:  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en forma de gas. El gas liberado hace que la masa del pan se hinche, aumentando de volumen. El alcohol etílico se evapora durante el horneado del pan, debido a las temperaturas alcanzadas en su interior. Se sabe que el proceso de fermentación es altamente

dependiente de la temperatura y que se produce a su máxima velocidad a los 35°C.

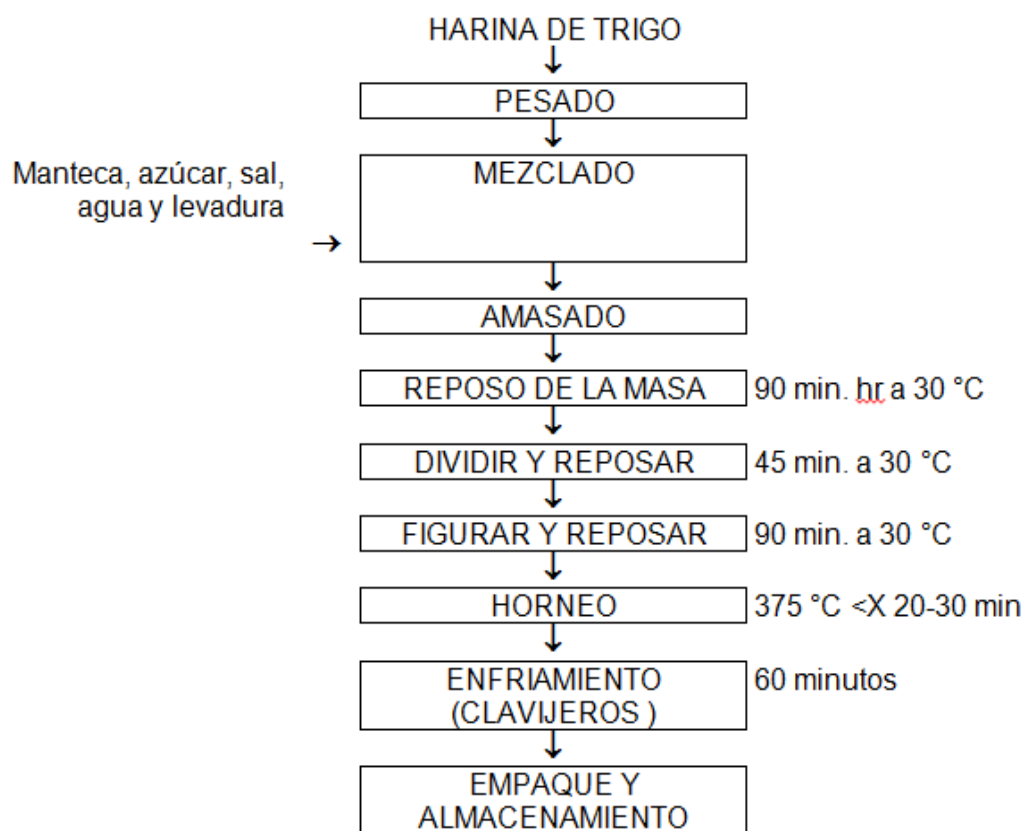
**Levadura seca:** se reactivan cuando son introducidas en un medio acuoso templado (25 °C-30 °C) de nuevo antes de ser mezcladas en la masa, en este caso se denominan levaduras activas.

**Levadura fresca:** con textura de pasta comprimida que poseen una vida útil de escasas semanas. La levadura fresca es similar a la levadura seca, la única consideración es que debe emplearse el doble.

**Levadura química:** se trata de compuestos químicos capaces de generar gases (generalmente dióxido de carbono), tal y como lo haría una levadura.

La cantidad de levadura que emplea el panadero puede variar dependiendo del tipo de masa que se quiera elaborar y puede oscilar entre el 0,5 - 4% del peso de la harina.

### 3.2.4. ELABORACIÓN DEL PAN



Fuente: FAO <sup>(14)</sup>

### 3.2.5. TIPOS DE PAN

#### Panes sin levadura

Este tipo de panes, denominados a veces también como panes cenceños (o ácimo), se elaboran con el simple concurso de la harina y el agua, es uno de los panes más antiguos que puede suponerse debido a la simplicidad de los ingredientes.

#### Panes de masa ácida

Este tipo de panes se caracteriza por elaborarse con una masa ácida, la acidez proviene de los cultivos bacterianos realizados en la masa madre que le proporciona un sabor característico final al pan.

El sabor ácido proviene del ácido láctico o acético generado durante la fermentación de la masa madre.

### **Panes levados**

Por regla general cuando se emplean levaduras para 'levar' la masa se obtienen unos resultados específicos de 'hinchado' del pan.

### **Panes planos**

Se puede decir que este tipo de panes se 'hincha' sin necesidad de fermentación (muchos de ellos se hacen sin el empleo de levadura), debido a que durante su cocción se forman pequeñas burbujas de vapor entre la masa.

### **Panes sin gluten**

Las personas celiacas son sensibles al gluten esta enfermedad ha hecho que existan panes comercializados como productos dietéticos. Estas personas no pueden ingerir pan ordinario debido a su contenido en gluten por esta razón es cada vez más frecuente ver elaboraciones de panes elaborados con harinas sin gluten como puede ser el almidón (harina de arroz) o la harina de maíz.

### **3.2.6. CONSUMO DE PAN**

El consumo de pan ha ido creciendo durante los siglos acompañado con el ritmo de crecimiento de la población mundial. El pan es un alimento barato que es asequible a gran parte de la población

mundial aunque, como es de suponer, el precio del pan es muy sensible al precio del trigo y de los cereales. <sup>(15)</sup>.

### **3.3. EVALUACIÓN SENSORIAL**

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos y otros materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín sensus, que quiere decir sentido. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea, sus cinco sentidos.

#### **Sentidos**

En la industria alimentaria la vista, el olfato, el gusto y el oído son elementos idóneos para determinar el color, olor, aroma, gusto, sabor y la textura.

#### **El olor**

Es la percepción por medio de la nariz de sustancias volátiles liberadas en los alimentos.

#### **El aroma**

Consiste En la percepción de las sustancias olorosas y aromáticas de un alimento después de haberse puesto en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, llegando a través del Eustaquio a los centros sensores del olfato. El aroma es el principal componente del sabor de los alimentos.

### **El gusto**

El gusto o sabor básico de un alimento puede ser ácido, dulce, salado, amargo, o bien puede haber una combinación de dos o más de estos. Esta propiedad es detectada por la lengua.

### **El sabor**

El sabor es una propiedad química, ya que involucra la detección de estímulos disueltos en agua, aceite o saliva por las papilas gustativas, localizadas en la superficie de la lengua, así como en la mucosa del paladar y el área de la garganta.

### **La textura.**

La textura no puede ser percibida si el alimento no ha sido deformado; es decir, por medio del tacto podemos decir, por ejemplo si el alimento está duro o blando al hacer presión sobre él.

#### **3.3.1. ESCALA HEDÓNICA DE EVALUACIÓN SENSORIAL**

Escala Hedónica: En este método la evaluación del alimento resulta hecha indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción humana.

Se usa para estudiar a nivel de Laboratorio la posible aceptación del alimento. La escala tiene 9 puntos, pero a veces es demasiado extensa, entonces se acorta a 7 ó 5 puntos:

Los resultados del panel se analizan por varianza, pero también pueden transformarse en ranking y analizar por cómputos. <sup>(16)</sup>.

1 = me disgusta extremadamente
2 = me disgusta mucho
3 = me disgusta moderadamente
4 = me disgusta levemente
5 = no me gusta ni me disgusta
6 = me gusta levemente
7 = me gusta moderadamente
8 = me gusta mucho
9 = me gusta extremadamente



#### **IV. HIPÓTESIS**

La inclusión de la harina de zanahoria blanca con la harina de trigo es factible en la elaboración de productos de panificación.

## **V. METODOLOGÍA**

### **5.1. LOCALIZACIÓN Y TEMPORALIZACIÓN**

La investigación se llevó a cabo en la Facultad de Salud Pública de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con una duración de seis meses.

La harina de zanahoria blanca y dos análisis se obtuvo en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Salud Pública de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El pan se realizó en el taller de Panadería y Repostería de la Escuela de Gastronomía.

Los análisis restantes de la harina de zanahoria blanca así como los análisis de los panes en diferentes % de inclusión de dicha harina se realizó en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos “LACONAL” de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos.

El test de aceptabilidad fue elaborado por los estudiantes de la Escuela de Gastronomía.

## **5.2. VARIABLES**

### **5.2.1. Identificación**

#### **Independiente:**

Harina de zanahoria blanca

#### **Dependiente:**

Parámetros de secado

Propiedades físico-químicas de la harina de zanahoria blanca según norma  
RTCR 14:9958

Microbiología de la harina de zanahoria blanca

Pan con inclusión de harina de zanahoria blanca

Requisitos obligatorios del pan según norma INEN 95:1979

Evaluación de niveles de aceptabilidad

### **5.2.2. Definición**

#### **Harina de zanahoria blanca**

La presente definición no se puede dar ya que en el mercado no existe todavía una esquematización concreta para lo que es la harina de zanahoria blanca por lo cual vamos a definirla con el concepto básico de harina.

Harina.- es un producto solido que se obtiene por la molienda de cereales o tubérculos que son procesados, tamizados, refinados y el resultado de ésta da productos de panificación, pastelería, repostería, etc.

### **Parámetros de secado**

Son las condiciones que se usan para la obtención de harinas, en este caso la harina de zanahoria blanca, tales como: cantidad de zanahoria (g), tempo de secado (horas), temperatura de secado (°C) y el rendimiento (%).

### **Propiedades físico-químicas de la harina de zanahoria blanca según norma RTCR 14:9958**

Son los requerimientos obligatorios de las harinas según la norma RTCR 14:9958 para que sea apto para el consumo humano, la cual indica que su color debe ser blanco o crema suave, olor agradable, sabor agradable, granulometría fina o gruesa, humedad máx. 14%, ceniza máx. 0.5%, proteína min. 11 y acidez máx. 0.25%.

### **Microbiología de la harina de zanahoria blanca**

Es el análisis de la harina de zanahoria blanca para sacarla al mercado en la cual se debe obtener datos de aerobios y mesofilos en UFC además de mohos y levaduras también medidos en UFC.

## **Pan con inclusión de harina de zanahoria blanca**

Pan.- El pan es un alimento básico que forma parte de la dieta tradicional. Se suele preparar mediante el horneado de una masa, elaborada fundamentalmente con harina de cereales, grasa, sal y agua. La mezcla, en la mayoría de las ocasiones, suele contener levaduras para que fermente la masa y sea más esponjosa y tierna.

### **Requisitos obligatorios del pan según norma INEN 95:1979**

Son parámetros obligatorios que debe tener el pan, según dicha norma nos da opciones para calificarlo como: sabor: fresco, amargo, ácido; olor: fresco, amargo, ácido; miga: elástica, porosa, uniforme, pegajosa, desmenuzable; corteza: color uniforme, quemaduras, hollín, materias extrañas; sólidos totales máx. 65%, acidez 5.5-6% y humedad máx. 35%.

### **Evaluación de niveles de aceptación**

Aceptación.- Básicamente, la aceptación de los alimentos es el resultado de la interacción entre el alimento y el hombre en un momento determinado.

Por un lado, las características del alimento (composición química y nutritiva, estructura y propiedades físicas) y por otro, las de cada consumidor (genéticas, etarias, estado fisiológico y psicológico), influyen en su actitud en el momento de aceptar o rechazar un alimento.

### 5.2.3. Operacionalización de variables

<b>VARIABLE</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>INDICADOR</b>
Extracción de harina de zanahoria blanca	Cantidad de zanahoria	Gramos
	Tiempo de secado	horas
	Temperatura de secado	°C
	Rendimiento	%
Propiedades físico-químicas del harina de zanahoria blanca según norma RTCR 14:9958	Color	Blanca Crema suave
	Olor	Agradable Desagradable
	Sabor	Agradable Desagradable
	Granulometría	Fina Gruesa
	Humedad	Máx. 14
	Ceniza	Máx. 0,5
	Proteína	Min. 11
	Acidez	Acidez máx. 0,25
Microbiológico	Aerobios y Mesófilos	UFC
	Mohos y Levaduras	UFC
Pan con inclusión de harina de zanahoria blanca	Formulación	% Harina trigo %Harina de zanahoria blanca
Requisitos de pan según norma INEN 95:1979	Sabor	Fresco Amargo Ácido
	olor	Fresco Amargo

	Miga	Ácido Elástica Porosa Uniforme Pegajosa Desmenuzable
	Corteza	Color uniforme Quemaduras hollín Materias extrañas
	Sólidos totales	Max. 65%
	Acidez	5,5 -6%
	Humedad	Max. 35%
Evaluación de niveles de aceptación	Escala hedónica	1 Disgusta muchísimo 2 Disgusta mucho 3 Disgusta moderadamente 4 Disgusta levemente 5 Ni gusta ni disgusta 6 Gusta levemente 7 Gusta moderadamente 8 Gusta mucho 9 Gusta muchísimo

### **5.3. TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO.**

Este estudio es de tipo experimental porque se elaboró la harina de zanahoria blanca, con la cual se realizó combinaciones en diferentes porcentajes (0%, 10%, 20% y 30%) de harina de zanahoria blanca con la harina de trigo para elaborar pan común.

Para los cuatro tratamientos se realizó un modelo de clasificación simple diseñado completamente al azar.

### **5.4. OBJETO DE ESTUDIO.**

Nuestra muestra fue según el número de unidades que compone un lote, en este caso 1 lote será igual a 1 quintal

<b>Número de unidades que componen un lote</b>	<b>Mínimo de unidades de muestra</b>
1 quintal= 101-300	4 unidades

### **5.5. DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS.**

#### **5.5.1. PROCESO DE ELABORACIÓN DE HARINA DE ZANAHORIA BLANCA.**

##### **Recepción y selección:**

Primero se reciben y seleccionan las raíces de zanahoria blanca para la elaboración de la harina.



**Lavado:**

Se retira la tierra y demás impurezas, en forma manual, con agua limpia.

**Pelado:**

Se realiza para obtener la pulpa y elaborar la harina de zanahoria blanca.

**Cortado:**

Se realiza en forma de slice: Tajadas redondas muy finas. Para tener un corte más preciso, parejo y facilitar el proceso, nos ayudamos de una mandolina.

**Inhibición Enzimática:**

Se sumerge inmediatamente a los slice cortados, en un recipiente con agua hervida por 3 min, esto es para inactivar las enzimas y evitar el pardeamiento de las zanahorias.

Como segunda opción también sumergimos los slice en una solución de agua y limón (en 1lt el sumo de un 1 limón). El ácido cítrico es un acidulante, que disminuye el pH evitando el pardeamiento.

**Ecurrido y oreado:**

Estas operaciones permiten disminuir el tiempo de secado.

### **Secado por convección:**

Se trabaja a una temperatura de 80°C, por un tiempo de 24h, lo que permite disminuir el contenido de humedad de la zanahoria blanca.

### **Molienda:**

Se procede a moler. Se puede realizar en un mortero o a su vez un molino de discos para obtener una harina más fina.

### **Almacenamiento:**

Se realiza en lugares frescos, en fundas herméticas y en frascos esterilizados.

### **Cálculo.**

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{\text{g harina total}}{\text{g zanahoria}} \times 100$$

### **CUADRO N°1.- Porcentaje de rendimiento de la zanahoria**

	<b>ZB1</b>	<b>ZB2</b>	<b>ZB3</b>	<b>ZB4</b>	<b>ZB5</b>
<b>peso zanahoria blanca (g)</b>	140	194	227,5	238	229,5
<b>peso desperdicio (g)</b>	38	47,4	55,5	65,5	56,8
<b>peso neto (g)</b>	102	146,6	172	172,5	172,7
<b>% rendimiento</b>	72,85	75,56	75,60	72,47	75,25

**Fuente:** Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

## CUADRO N°2.- Parámetros de secado, tiempo y temperatura.

	tiempo secado	temperatura
<b>Slice zanahoria blanca</b>	24:00 horas	80°C

Fuente: Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

## CUADRO N°3.- Porcentaje de rendimiento del harina de zanahoria blanca.

	g	%	total (g)
<b>materia prima</b>	145,77	100	10803,72
<b>zanahoria blanca chips</b>	110,2	75.6	8167,613
<b>harina Zanahoria Blanca</b>	23,2717	21.12	<b>1725</b>

Fuente: Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

## 5.5.2. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL HARINA DE ZANAHORIA BLANCA SEGÚN NORMA RTCR 14:9958.

Se pudo observar sus características organolépticas como son el color, olor, sabor que son requisitos según dicha norma.

### GRANULOMETRÍA

**Método:** del tamiz.

**Fundamento:** Para su realización se utiliza una serie de tamices con diferentes diámetros que son ensamblados en una columna. En la parte superior, donde se encuentra el tamiz de mayor diámetro, se

agrega el material original y la columna de tamices se somete a vibración y movimientos rotatorios intensos en una máquina especial. Luego de algunos minutos, se retiran los tamices y se desensamblan, tomando por separado los pesos de material retenido en cada uno de ellos y que, en su suma, deben corresponder al peso total del material que inicialmente se colocó en la columna de tamices (Conservación de la Masa).

## **HUMEDAD**

**Método:** estufa

**Fundamento:** se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. Para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable y que no contenga una cantidad significativa de compuestos volátiles.

El principio operacional del método de determinación de humedad utilizando estufa incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra.

### **Primer pesado del crisol vacío**

Los resultados son por triplicado.

Se pesó el crisol vacío tres veces y se obtuvo un promedio.

Se procedió a tarar el crisol, es decir colocar el crisol en la estufa por dos horas a 90°C para quitar su humedad.

**Cálculo:**

**CUADRO Nº4.- Primer pesado.**

peso del crisol vacío				
Nº				Promedio 1
1	38,795	38,7947	387948	<b>38,7948</b>
2	33,1873	33,1873	33,1872	<b>33,1873</b>
3	20,2852	20,285	20,2852	<b>20,2851</b>
M	28,2513	28,2516	28,2518	<b>28,2515</b>

**Fuente:** Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

**Segundo pesado del crisol vacío.**

Se pesó tres veces y se consiguió el promedio.

**Cálculo:**

**CUADRO Nº5.- Segundo pesado.**

peso del crisol vacío				
Nº				Promedio 2
1	38,7948	38,7948	38,7947	<b>38,7947</b>
2	33,1872	33,1872	33,1873	<b>33,1872</b>
3	20,285	20,2851	20,285	<b>20,285</b>
M	28,2516	28,2515	28,2515	<b>28,2515</b>

**Fuente:** Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

**CUADRO Nº6.- Promedio del crisol vacío.**

promedio 1	promedio 2	total
38,7948	38,7947	38,79475
33,1873	33,1872	33,18725
20,2851	20,285	20,28505
28,2515	28,2515	28,2515

**Fuente:** Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

### **Peso del crisol más muestra de 2gr.**

Se colocó en cada uno de los tres crisoles 2gr de harina y en otro crisol 10gr también y se le mando a la estufa por 02:30 y luego 1 hora a enfriar en la capsula.

### **Peso del crisol con la muestra.**

Luego del enfriado se pesó cada uno y se envió por segunda vez a la estufa por otras 2 horas y enfriar por 1 hora más y por último se pesó de nuevo.

### **Cálculo:**

### **CUADRO N°7.- Peso del crisol más muestra.**

<b>Nº</b>	<b>peso muestra</b>	<b>Crisol + muestra 1</b>	<b>Crisol + muestra 2</b>	<b>promedio crisol</b>
<b>1</b>	2,0004	40,7456	40,7592	40,7524
<b>2</b>	2,0004	35,1433	35,1551	35,1492
<b>3</b>	2,0004	22,2408	22,25	22,2454
<b>M</b>	10,0002	38,0188	38,0722	38,0455

**Fuente:** Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

### **Promedio crisol más muestra seca.**

Con los dos últimos valores del peso del crisol y la muestra seca se realizó un promedio, al mismo que se le resto el peso del crisol vacío y tenemos como resultado el peso de la muestra seca.

**Cálculo:**

**CUADRO N°8.- Peso de la muestra seca.**

Nº	promedio crisol	P. crisol vacío	P. muestra seca
1	40,7524	38,7947	1,9577
2	35,1492	33,1872	1,962
3	22,2454	20,285	1,9604
M	38,0455	28,2515	9,794

**Fuente:** Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

**% Sólidos totales y humedad.**

Con el peso de la muestra seca ya logramos sacar los sólidos totales y humedad aplicando la siguiente formula:

**Cálculo:**

$$\% \text{ sólidos totales} = \frac{\text{muestra seca}}{\text{muestra húmeda}} \times 100$$

El resultado restamos del 100% y tenemos el % de humedad.

**CUADRO N°9.- % Humedad.**

Nº	%sólidos totales	-100%	% humedad
1	97,86	100	2,14
2	98,08	100	1,92
3	98	100	2
M	97,93	100	2,07

**Fuente:** Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

## **CENIZAS**

**Método:** mufla

**Fundamento:** la determinación en seco es la más común para cuantificar la totalidad de minerales en alimentos y se basa en la descomposición de la materia orgánica quedando solamente materia inorgánica en la muestra, es eficiente ya que determina tanto cenizas solubles en agua, insolubles y solubles en medio ácido.

En este método toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 550-600°C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como cenizas.

**Peso antes de colocar en la mufla.**

Se procedió a pesar el crisol con la muestra, restarle el peso del crisol vacío y se obtuvo el peso de la muestra, esto se colocó en la mufla por 02:30 min a una temperatura de 500°C, luego observamos el humo que emanaba de la mufla el cual era la descomposición de los carbohidratos, proteínas y vitaminas.



**Cálculo:**

**CUADRO N°10.- Obtención de los gramos de la muestra.**

Nº	peso crisol+muestra	-peso crisol vacío	g muestra seca
1	40,7924	38,7947	1,9977
2	35,1881	33,1872	2,0009
3	22,2811	20,285	1,9961

**Fuente:** Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

**Pesado de las cenizas.**

Luego le dejamos enfriar por 3 horas, pesamos el crisol con la muestra, le restamos el peso del crisol vacío y como resultado encontramos el peso de las cenizas, los cuales por medio de la fórmula:

**Cálculo:**

$$\% \text{ceniza} = \frac{\text{gr ceniza}}{\text{gr muestra seca}} \times 100$$

Sacamos el porcentaje de cenizas.

**CUADRO N°11.- % Cenizas.**

Nº	peso crisol+muestra	peso crisol vacío	g ceniza	%cenizas
1	38,8541	38,7947	0,0594	2,97
2	33,2474	33,1872	0,0602	3
3	20,3438	20,285	0,0588	2,94

**Fuente:** Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

## **PROTEÍNA**

**Método:** Kjeldahl

**Fundamento:** Es un proceso de análisis químico para determinar el contenido en nitrógeno de una sustancia química y se engloba en la categoría de medios por digestión húmeda

Se usa comúnmente para estimar el contenido de proteínas de los alimentos.

El Método desarrollado por Kjeldahl consta de tres etapas:

1. Digestión: conversión del Nitrógeno (proveniente de las proteínas, por ejemplo) en ion amonio mediante calentamiento (a una temperatura de 400° C aproximadamente) en bloque de digestión con adición previa de ácido sulfúrico y catalizador (sulfato potásico), que desencadenan la conversión del nitrógeno de la muestra en amonio.
2. Destilación: separación por arrastre con vapor del amoníaco y posterior solubilización en una solución ácida de concentración conocida.

En esta etapa se adiciona NaOH a la disolución de amonio obtenida previamente, generándose  $\text{NH}_3$  y vapor de agua, que arrastra al mismo.

La solubilización posterior en la solución ácida permite la conversión de  $\text{NH}_3$  a catión amonio, el cual se encuentra junto con el exceso de solución ácida añadido.

El  $\text{NH}_3$  puede recogerse sobre dos medios: ácido fuerte en exceso de concentración conocida, o bien, ácido bórico en exceso medido.

3. Valoración: medición de la cantidad de ácido neutralizado por el amoníaco disuelto, lo que indica la cantidad de Nitrógeno presente en la muestra inicial.

Según el medio de recogida en la destilación, el amonio se valora de dos formas:

Recogida sobre ácido fuerte en exceso medido: se emplea una base y el indicador rojo de metilo

Recogida sobre ácido bórico en exceso medido:

## **ACIDEZ**

**Método:** INEN 521

**Fundamento:** Esta norma establece el método para determinar el contenido de acidez en las harinas de origen vegetal.

Acidez titulable.

Es la acidez de la harina de origen vegetal expresada convencionalmente como ácido sulfúrico y determinada mediante procedimientos normalizados.

Se titula la acidez como una solución estandarizada de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador.

### 5.5.3. MICROBIOLÓGICO

**Método:** PETRIFILM

**Fundamento:** Las placas Petrifilm HSCC contienen un medio de cultivo selectivo listo para usar: Violeta Rojo Bilis (VRB), un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador de tetrazolio que facilita la enumeración de colonias. El film superior atrapa el gas producido por la fermentación de la lactosa por los coliformes. El tiempo y la temperatura de incubación, así como la interpretación, varía según el método seguido.

### 5.5.4. ELABORACIÓN DE PAN CON INCLUSIÓN DE HARINA DE ZANAHORIA BLANCA EN UN 0%, 10%, 20% Y 30%.

Se empezó con una receta base de pan común.

#### CUADRO Nº12.- Formulaciones del pan.

	harina trigo	Harina zanahoria blanca	sal	azúcar	mantequilla	agua	levadura fresca
pan base	100%		2%	10%	20%	60%	3%
pan 10%	90%	10%	2%	10%	20%	60%	3%
pan 20%	80%	20%	2%	10%	20%	60%	3%
pan 30%	70%	30%	2%	10%	20%	60%	3%

Fuente: Carlos Chilig, Taller de Gastronomía

Se hizo las relaciones para 1kg de harina con el cual se trabajó los cuatro tratamientos (0%, 10%, 20% y 30%).

### **Elaboración del pan.**

#### **Pesado de ingredientes.**

Se pesó todos los ingredientes necesarios para la elaboración del pan.

#### **Incorporación de los ingredientes.**

En un mesón de acero inoxidable se colocó la haría en forma de un volcán, en su interior se puso sal, azúcar, levadura y el agua, mientras que en su exterior se colocó la grasa en este caso mantequilla.

Al agua se calentó a una temperatura de 36° a 40°C y se dejó unos 5 min esto le ayudó a la levadura a activarse.

Pasado los 5 minutos se incorporaron los ingredientes de una manera suave hasta obtener una masa homogénea.

#### **Amasado.**

Una vez incorporado los ingredientes se amasó energéticamente por un aproximado de media hora, o a su vez hasta que se hizo suave y caliente.

### **Leudado.**

La masa se dejó leudar por media hora.

### **Porcionado.**

Se le porcionó a la masa, 20gr para cada pan, se boleó y se colocó los panes en un lata de horno engrasada.

### **Cámara de leudado.**

Los panes se ubicaron en la cámara de leudado por un intervalo de 8 a 15 min a una temperatura de 35°C.

### **Horneado.**

Las latas se pusieron en el horno, se dio dos chorros de vapor y se dejó 12 min a una temperatura de 180°C.

### **Enfriado.**

Por último se dejaron enfriar los panes.

Este proceso se repitió en todos los tratamientos.

### **CUADRO N°13.- Parámetros de horneado del pan.**

<b>tratamiento</b>	<b>leudado</b>	<b>rendimiento</b>	<b># panes</b>	<b>cámara leudo</b>	<b>tiempo horno</b>	<b>temperatura</b>
<b>0%</b>	30min	1885g	92	10min	12min	180°C
<b>10%</b>	30min	1785g	89	15 min	12min	180°C
<b>20%</b>	30min	1820g	91	10min	12min	180°C
<b>30%</b>	30min	1920g	96	15min	12min	180°C

**Fuente:** Carlos Chilig, Taller de Gastronomía

### **5.5.5. REQUISITOS OBLIGATORIOS DEL PAN COMÚN SEGÚN LA NORMA INEN 95:1979**

Se analizaron las características del pan según la norma establecida como: el sabor, olor, miga, corteza.

### **SÓLIDOS TOTALES, ACIDEZ Y HUMEDAD.**

**Método:** INEN 95

**Fundamento:** Se lo hace siguiendo los pasos e indicaciones que están establecidas en la norma INEN.

La determinación debe realizarse dentro de las 30h, después que el pan haya salido del horno.

### **5.5.6. EVALUACIÓN DE ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO.**

1.- Ambiente de prueba:

Limpio, libre de malos olores y ruido.

Bien iluminado.

2.- Librar a los panelistas de potenciales distracciones.

3.- Los panelistas no deben conocer la identificación del producto.

Identificar muestras por códigos de tres dígitos.

4.- Servir las muestras en orden aleatorio para cada panelista.

Para evitar los efectos del orden en la selección de la muestra.

Combinar todos los órdenes posibles.

5.- No probar muchas muestras en una sesión.

Para no cansar a los panelistas.

6.- Brindar agua.

Para limpiar el paladar. Funciona para todo tipo de productos.

7.- La paciencia es importantes.

Dar tiempo para evaluar cada muestra y para la limpieza oral/nasal entre muestras.

8.- Motivar a los panelistas es importante.

9.- Los panelistas deben entender el procedimiento y los cuestionarios para la degustación.

10.- Establecer condiciones estándares.

El tamaño de la muestra, volumen, temperatura y otros que puedan afectar las respuestas.



## **VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **6.1.- OBTENCIÓN DE LA HARINA DE ZANAHORIA BLANCA**

#### **CUADRO N°14.- Parámetros de secado.**

<b>cantidad zanahoria blanca</b>	110,2g
<b>tiempo secado</b>	24 horas
<b>temperatura</b>	80°C
<b>rendimiento</b>	21,12%

**Fuente:** Carlos Chilig. Laboratorio de Bromatología Salud Pública

**ANÁLISIS:** Siguiendo los parámetros de secado se determinó que su porcentaje de rendimiento es muy bajo 21.12%, ya que depende de su tiempo de secado que es de 24 horas en la estufa, además se desperdicia aproximadamente un 27% en la cáscara al momento de pelarla. Es un producto con un 80% de humedad.

### **6.2.- PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LA HARINA DE ZANAHORIA BLANCA**

#### **CUADRO N°15.- Harina de zanahoria blanca: norma RTCR 14:9958.**

<b>propiedades físico-químicas HZB</b>	<b>TOTAL</b>
color	<b>crema suave</b>
olor	<b>agradable</b>
sabor	<b>agradable</b>
granulometría	<b>fin</b>
humedad	<b>2.03%</b>
cenizas	<b>2.97%</b>
proteína	<b>12,10%</b>
acidez	<b>0,59%</b>

**Fuente:** Carlos Chilig, "LACONAL", Laboratorio de Bromatología Salud Pública

**ANÁLISIS:** Tomando como referencia la norma RTCR 14:9958 para la harina de trigo, las propiedades de la harina de zanahoria blanca se ajustan a la norma establecida a excepción de la acidez ya que la zanahoria blanca posee una acidez titulable del 0.744% y ceniza debido a que tiene más minerales que la harina de trigo.

### 6.3.- MICROBIOLÓGICO

**CUADRO N°16.- Harina de zanahoria blanca: norma RTCR 14:9958.**

microbiológico	UFC
aerobios y mesòfilos	<b>3,7x10<sup>2</sup></b>
mohos	<b>1,0x10<sup>2</sup></b>
levaduras	<b>9,0x10<sup>2</sup></b>

Fuente: "LACONAL"

**ANÁLISIS:** La harina de zanahoria blanca se encuentra dentro de los parámetros establecidos ya que se aplicaron buenas prácticas de manufactura y según la Aplicación de Criterios Microbiológicos para los Alimentos del Codex Alimentarius (CAC/GL-21(1997) y con la clasificación y planes de muestreo de la International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF) el límite microbiano es de  $10^4$  - $10^5$  por gramo

#### 6.4.- PAN CON INCLUSIÓN DE HARINA DE ZANAHORIA BLANCA

**CUADRO N°17.- Formulaciones del pan.**

<b>Ingredientes</b>	<b>pan base</b>	<b>Pan 0%</b>	<b>Pan 10%</b>	<b>Pan 20%</b>	<b>Pan 30%</b>
<b>harina trigo</b>	100%	1000 g	900g	800g	700g
<b>harina Zanahoria blanca</b>			100g	200g	300g
<b>sal</b>	2%	20g	20g	20g	20g
<b>azúcar</b>	10%	100g	100g	100g	100g
<b>mantequilla</b>	20%	200g	200g	200g	200g
<b>agua</b>	60%	600cc	600cc	600cc	600cc
<b>levadura fresca</b>	3%	30g	30g	30g	30g

**CUADRO N°18.- Parámetros de horneado del pan.**

<b>tratamiento</b>	<b>leudado</b>	<b>rendimiento</b>	<b># panes</b>	<b>cámara leudo</b>	<b>tiempo horno</b>	<b>temperatura</b>
<b>0%</b>	30min	1885g	92	10min	12min	180°C
<b>10%</b>	30min	1785g	89	15 min	12min	180°C
<b>20%</b>	30min	1820g	91	10min	12min	180°C
<b>30%</b>	30min	1920g	96	15min	12min	180°C

**Fuente:** Carlos Chilig, Talleres de Gastronomía

**ANÁLISIS:** Se partió con la receta del pan común, la misma que se hizo relaciones para los tres tratamientos más con inclusión de harina de zanahoria blanca, a cada una se aplicó los parámetros de horneado teniendo buenos resultados en cuanto a rendimiento debido a la acción de la levadura fresca que es la responsable del aumento de la masa.

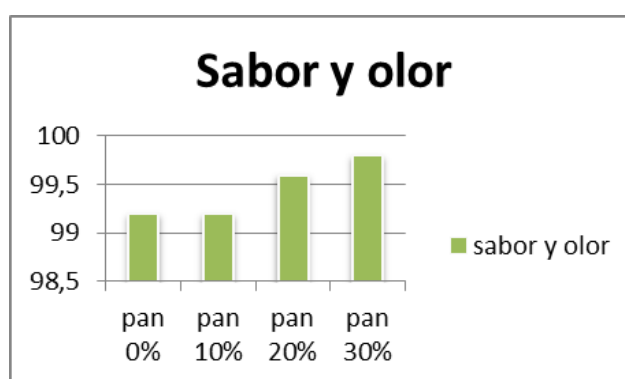
## 6.5.- REQUISITOS DEL PAN SEGÚN NORMA INEN 95:1979

### CUADRO N°19.- ANÁLISIS DE VARIANZA según los requisitos obligatorios del pan común en la norma INEN 95:1979

Tratamiento	0%	10%	20%	30%	E.T. significativo
<b>Medias</b>					
<b>Sabor y olor</b>	99,2	99,2	99,6	99,8	NS
	a	a	a	a	$\pm 0,26$
<b>Miga</b>	78,4	79	78,8	100	P<0,001
	a	a	a	b	$\pm 0,47$
<b>Corteza</b>	99	99,8	99,4	99,8	NS
	a	a	a	a	$\pm 0,33$
<b>Sólidos totales</b>	84,5	87,35	86,66	82,8	P<0,001
	c	a	b	d	$\pm 0,07$
<b>Acidez</b>	5,75	5,71	5,69	5,72	P<0,05
	a	ab	b	a	$\pm 0,01$
<b>Humedad</b>	15,58	12,38	13,44	17,24	P<0,001
	b	d	c	a	$\pm 0,06$

Fuente: Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

### GRÁFICO N°1.- Sabor y olor

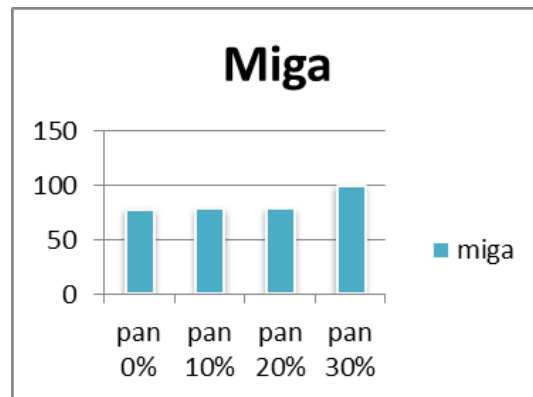


Fuente: Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

**ANÁLISIS:** En cuanto al sabor y olor los cuatro tratamientos no tienen diferencia significativa debido a que solo varían entre un 0.6

máximo lo que quiere decir que están dentro de la norma, es decir frescos, el pan con 30% tiene el mejor puntaje.

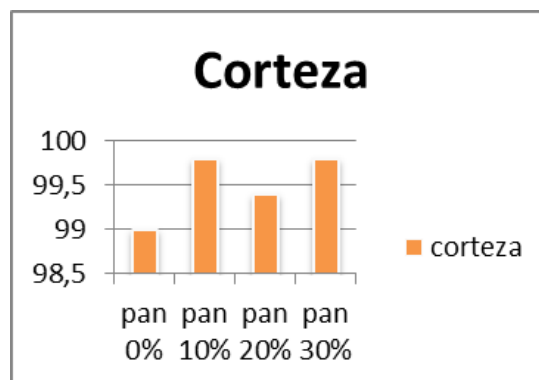
### GRÁFICO N°2.- Miga



**Fuente:** Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

**ANÁLISIS:** Según el análisis de varianza entre los tres primeros tratamientos no hay una diferencia significativa, pero los mismos en relación al cuarto tratamiento si existe una diferencia significativa y la probabilidad de que sea falso es del 0.001, el pan con 30% presenta mejor elasticidad.

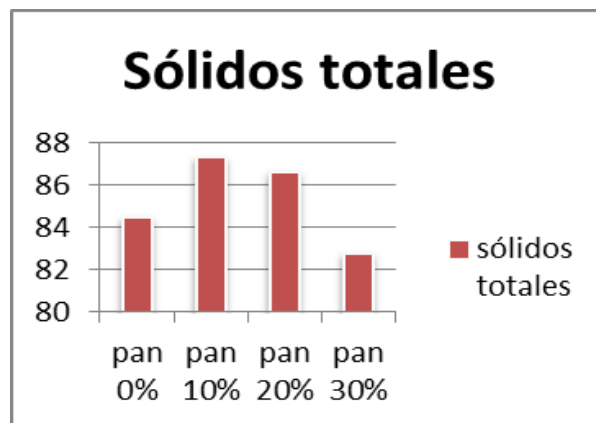
### GRÁFICO N°3.- Corteza



**Fuente:** Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

**ANÁLISIS:** Entre los cuatro tratamientos con respecto a la corteza no existe diferencia significativa alguna. Pero cabe recalcar que los puntajes son buenos ya que todos ellos presentan el 99% de corteza uniforme.

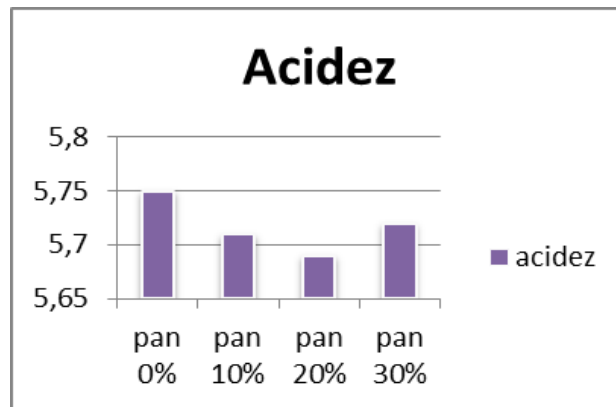
#### **GRÁFICO N°4.- Sólidos Totales**



**Fuente:** Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

**ANÁLISIS:** De acuerdo al estudio de varianza entre los tratamientos existe una diferencia significativa y su probabilidad de que sea falsa es del 0.001, aunque todos los tratamientos sobrepasan el nivel máximo de sólidos totales según la norma establecida, esto se da porque los minerales que aporta la zanahoria blanca ocupan los espacios intermoleculares. El pan con mayor cantidad de sólidos totales es el de 10%.

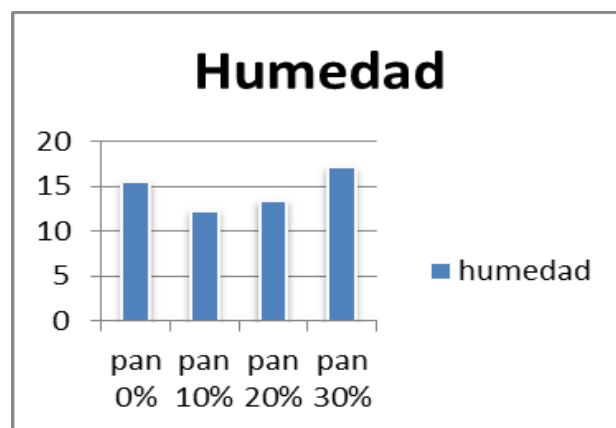
#### GRÁFICO N°5.- Acidez



Fuente: Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

**ANÁLISIS:** Existe una diferencia significativa entre los tratamientos pero con la probabilidad de que sea falso de un 5%, todos los panes se encuentran dentro del rango 5.5 – 6% de acidez que determina la norma, por lo que los panes cumplen el requerimiento.

#### GRÁFICO N°6.- Humedad



Fuente: Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

**ANÁLISIS:** Existe una diferencia significativa entre los tratamientos con una probabilidad de que sea falso de un 0.001, según la norma

establecida el pan debe tener un 35% máx. de humedad, entonces podemos decir que los panes se ajustan a dicha norma, aunque los panes tienen baja humedad debido a que poseen más sólidos totales que ocupan los espacios intermoleculares, por lo que evita que exista mayor humedad. El pan con 30% tiene mayor humedad.



## 6.6.- EVALUACIÓN DE NIVELES DE ACEPTABILIDAD

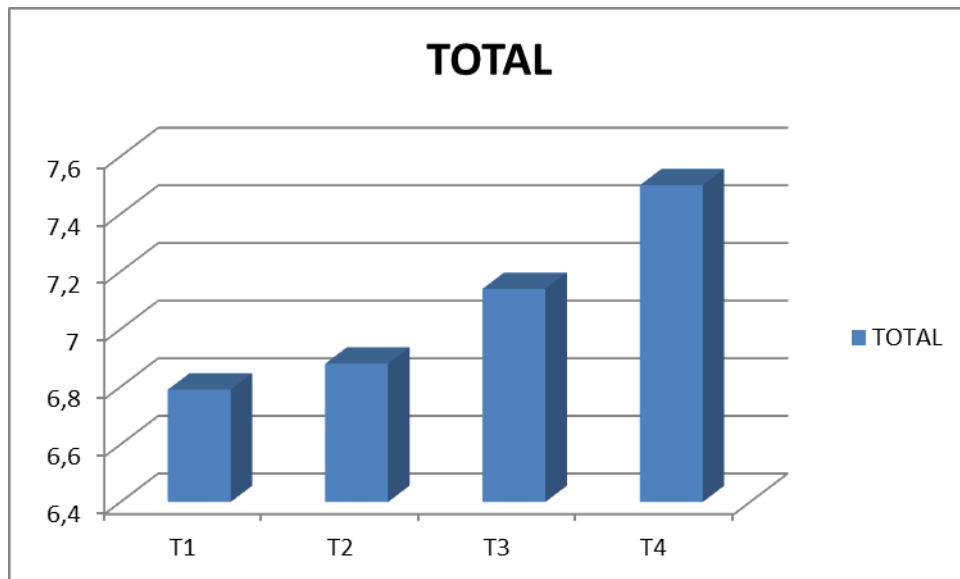
**CUADRO N°20.- Niveles de aceptabilidad.**

		Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3		Tratamiento 4	
	Puntos a valorar	# evaluados	# frecuencia	# evaluados	# frecuencia	# evaluados	# frecuencia	# evaluados	# frecuencia
disgusta muchísimo	1								
	2								
	3	1	3	1	3	1	3		
	4	1	4	1	4	1	4		
ni gusta ni disgusta	5	6	30	3	15	3	15	5	25
	6	5	30	5	30	6	36	4	24
	7	9	63	14	98	7	49	4	28
	8	7	56	6	48	8	64	11	88
gusta muchísimo	9	5	45	4	36	8	72	10	90
		34	231	34	234	34	243	34	255
			6,79		6,88		7,14		7,5

	T1	T2	T3	T4
<b>TOTAL</b>	6,79	6,88	7,14	7,5

Fuente: Carlos Chilig, Laboratorio de Bromatología Salud Pública

**GRÁFICO N°7.- Evaluación de niveles de aceptabilidad**



**Fuente:** Carlos Chilig

**ANÁLISIS:** Se ha obtenido como resultado que el pan con inclusión de harina de zanahoria blanca en un 30% fue el más aceptado por los evaluadores, en un rango de “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho” el mismo que se ajusta más a los requerimientos obligatorios de la norma del pan común, ya que tiene un sabor y olor fresco, una miga elástica, corteza uniforme, 82.8% de sólidos totales, una acidez de 5.72% y una humedad de 17.24%.

## **VII.- CONCLUSIONES**

- Se acepta la hipótesis la inclusión de harina de zanahoria blanca con la harina de trigo es factible para la elaboración de productos de panificación.
- Para extraer la harina de zanahoria blanca según los parámetros de secado: tiempo 24 horas a una temperatura de 80°C con los cuales se determinó que su rendimiento es muy bajo ya que se obtuvo un 21.12% de rendimiento.
- La harina de zanahoria blanca posee un color crema suave con olor y sabor agradable, granulometría fina, su humedad es de 2.03%, cenizas 2.97%, proteína 12.10% y una acidez de 0.59%, con un análisis microbiológico excelente ya que tiene  $3.7 \times 10^2$  de aerobios y mesofilos,  $1.0 \times 10^2$  mohos y  $9.0 \times 10^2$  de levaduras.
- Según el análisis de varianza los panes con diferentes porcentajes de inclusión de harina de zanahoria blanca tiene una diferencia significativa con una probabilidad de que sea falso de un 0.001 a excepción de la corteza, sabor y olor que no tienen diferencia alguna, además se ajustan a los requisitos del pan común según norma INEN 95:1979 excepto los sólidos totales, esto es bueno ya que a mayor cantidad de sólidos totales menos cantidad de agua y más tiempo de vida útil. El pan con 30% de harina de zanahoria blanca se ajusta más con sus porcentajes de acidez (5.72%), humedad

(17.24%) y sólidos totales (82.8%), así como también posea mejor olor y sabor, una miga elástica y una corteza uniforme.

- Concluyendo con la degustación por los estudiantes se puede decir que el pan con 30% de harina de zanahoria blanca fue el más aceptado por los mismos.

## **VIII.- RECOMENDACIONES**

- Como el porcentaje de rendimiento para obtener la harina de zanahoria blanca es muy bajo porque solo se ocupó la parte comestible, se recomendaría obtener la misma a partir de la muestra entera (con cáscara) para mejorar su rendimiento.
- El pan con inclusión de harina de zanahoria blanca fue factible, lo que se recomienda seguir con su uso en diferentes alternativas gastronómicas como en pizzas, pastelería, repostería, etc.
- Se recomienda realizar el secado de la zanahoria blanca por liofilización o investigar un método adecuado para la deshidratación de la zanahoria ya que su rendimiento también depende del parámetro de secado.

## **IX.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 1.- **Tapia, M.** Zanahoria blanca (taxonomía, nombres por regiones). Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Capítulo IV. Santiago, Chile: FAO. 2000. 122p.
- 2.- **Ramos, J.** Características nutricionales de la zanahoria blanca (*Arracacia Xanthorrhiza*) y sus perspectivas en la alimentación. Tesis de Grado Ingeniero en Alimentos. 2005
- 3.- **Medina, C.** Caracterización morfológica de la zanahoria blanca. Revista corpoica ciencia y tecnología agropecuaria. Tibaitatá, Colombia. 1996
- 4.- **Rodríguez, G.** Elaboración de harina de *Arracacia xanthorrhiza*. Manual técnico, Bogotá: CORPOICA 2001. 250p.
- 5.- **Tapia, M.** Variedades de la zanahoria blanca. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Capítulo IV. Santiago, Chile: FAO. 2000. 122p.
- 6.- **Villacrés, E. Ruiz, F.** "Raíces y tubérculos Andinos: Alimentos de ayer para la gente de hoy". Publicación miscelánea N° 114. Quito- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones. Agropecuarias-INIAP. 2002. 51p.
- 7.- **Tapia, M.** Siembra y cosecha de la zanahoria blanca. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Capítulo IV. Santiago, Chile: FAO. 2000. 122p.
- 8.- **Fairlie T.** Raíces y tubérculos andinos. Avances de investigación. Lima: FAO.1990. 10p.

**9.- Espinosa, P.** Raíces y Tubérculos Andinos Cultivos Marginados en el Ecuador: situación actual y limitaciones para la producción. Washington: FAO. 1997. 187p.

**10.- Ecuador: INIAP.** Informe Técnico Anual. “Estudio de la composición química y valor nutricional de la parte comestible de cuatro especies de raíces y tubérculos andinos (zanahoria blanca, miso, achira y jicama)”. Quito: INIAP. 1997

**11.- Muñoz de Chávez, M. et. al.** Composición de Alimentos: valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo. 2ª.ed. México: Mc Graw Hill 2010. 365p.

#### **12.- ZANAHORIA (USOS)**

<http://www.ecured.cu/index.php/>

2013-11-07

**13. - Tapia, M.** historia del pan: La alimentación tiene una historia. Santiago, Chile: FAO. 2000.

#### **14.- PAN (ELABORACIÓN)**

<http://www.fao.org/inpho>

31/10/2013

**15.- Alonzo de la Paz, F. J.** El libro del Pan y de la Leche: Recetas artesanales, a partir de elementos básicos de la cocina tradicional y popular. Madrid: Libsa 2000. 100p.

**16.- Escala hedónica.** Biblioteca digital de la Universidad de Chile  
Facultad de ciencias agronómicas  
Sistemas de servicios de información, y bibliotecas SISIB

**17. - International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF)** Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas: aplicación de criterios microbiológicos para los alimentos: Codex Alimentarius. Austria: CAC/GL-21, 1997



## X.- ANEXOS

### Elaboración de la harina de zanahoria blanca.





## Análisis de la humedad.



## Análisis de cenizas.





## Elaboración del pan.



## Evaluación de aceptabilidad.



## Sabor y olor

**Modelo de Clasificación Simple**  
**Diseño Completamente al Azar**

**Menú Inicial**

**Menú Anterior**

**FUENTES DE  
VARIACION**

	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>6,95</b>			
<b>Tratamientos</b>	<b>3</b>	<b>1,35</b>	<b>0,45</b>	<b>1,29</b>	<b>NS</b>
<b>Error</b>	<b>16</b>	<b>5,6</b>	<b>0,35</b>		

<b>Medias de tratamientos</b>	<b>99,20</b>	<b>99,20</b>	<b>99,60</b>	<b>99,80</b>
<b>Número de repeticiones</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Error típico de tratamientos</b>	<b>0,26</b>	<b>0,26</b>	<b>0,26</b>	<b>0,26</b>
<b>Error típico ponderado</b>	<b>0,26</b>			

**Prueba de comparación  
múltiple de Duncan**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	<b>3,23</b>	<b>3,15</b>	<b>3,00</b>
	<b>99,80</b>	<b>99,60</b>	<b>99,20</b>
<b>1</b>	<b>99,20</b>		
<b>2</b>	<b>99,20</b>		
<b>3</b>	<b>99,60</b>		



Miga

	R	E	P	L	I	C	A	S	
T	80	78	76	79	79				
R	80	79	79	78	79				
A	79	80	80	78	77				
T	100	100	100	100	100				
A									
M									
I									
E									
N									
T									
O									
S									

**Modelo de Clasificación Simple**  
**Diseño Completamente al Azar**

**Menú Inicial**

**Menú Anterior**

**FUENTES DE  
VARIACION**

	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>1714,95</b>			
<b>Tratamientos</b>	<b>3</b>	<b>1696,95</b>	<b>565,65</b>	<b>502,80</b>	<b>***</b>
<b>Error</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>1,13</b>		

<b>Medias de tratamientos</b>	<b>78,40</b>	<b>79,00</b>	<b>78,80</b>	<b>100,00</b>
<b>Número de repeticiones</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Error típico de tratamientos</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>
<b>Error típico ponderado</b>	<b>0,47</b>			

**Prueba de comparación  
múltiple de Duncan**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	<b>3,23</b>	<b>3,15</b>	<b>3,00</b>
	<b>100,00</b>	<b>79,00</b>	<b>78,80</b>
<b>1 78,40</b>	<b>*</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>
<b>2 78,80</b>	<b>*</b>	<b>NS</b>	
<b>3 79,00</b>	<b>*</b>		

# Corteza

## T R A T A M I E N T O S

**R**  
**100**  
**100**  
**99**  
**100**

**E  
99  
99  
99  
99**

P  
99  
100  
99  
100

**L**  
**97**  
**100**  
**100**  
**100**

1  
100  
100  
100  
100

**C**

**A**

**S**

**Modelo de Clasificación Simple**  
**Diseño Completamente al Azar**

**Menú Inicial**

**Menú Anterior**

**FUENTES DE  
VARIACION**

	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>11</b>			
<b>Tratamientos</b>	<b>3</b>	<b>2,2</b>	<b>0,73</b>	<b>1,33</b>	<b>NS</b>
<b>Error</b>	<b>16</b>	<b>8,8</b>	<b>0,55</b>		

<b>Medias de tratamientos</b>	<b>99,00</b>	<b>99,80</b>	<b>99,40</b>	<b>99,80</b>
<b>Número de repeticiones</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Error típico de tratamientos</b>	<b>0,33</b>	<b>0,33</b>	<b>0,33</b>	<b>0,33</b>
<b>Error típico ponderado</b>	<b>0,33</b>			

**Prueba de comparación  
múltiple de Duncan**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	<b>3,23</b>	<b>3,15</b>	<b>3,00</b>
	<b>99,80</b>	<b>99,80</b>	<b>99,40</b>
<b>1</b>	<b>99,00</b>		
<b>2</b>	<b>99,40</b>		
<b>3</b>	<b>99,80</b>		

**Solidos totales**

	R	E	P	L	I	C	A	S	→
T	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5				
R	87,35	87	87,7	87.35	87,35				
A	86,6	86,6	86,6	86,9	86,6				
T	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8				
A									
M									
I									
E									
N									
T									
O									
S									

**Modelo de Clasificación Simple**  
**Diseño Completamente al Azar**

**Menú Inicial**

**Menú Anterior**

<b>FUENTES DE VARIACION</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	
Total	18	60,70657895			
Tratamientos	3	60,38957895	20,13	952,52	***
Error	15	0,317	0,02		
		<b>Medias de tratamientos</b>	<b>84,50</b>	<b>87,35</b>	<b>86,66</b>
		<b>Número de repeticiones</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
		<b>Error típico de tratamientos</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>
		<b>Error típico ponderado</b>	<b>0,07</b>		

**Prueba de comparación múltiple de Duncan**

		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
		<b>3,25</b>	<b>3,16</b>	<b>3,01</b>
		<b>87,35</b>	<b>86,66</b>	<b>84,50</b>
<b>1</b>	<b>82,80</b>	*	*	*
<b>2</b>	<b>84,50</b>	*	*	
<b>3</b>	<b>86,66</b>	*		

Acidez

	R	E	P	L	I	C	A	S	→
T	5,7	5,76	5,78	5,74	5,7				
R	5,7	5,71	5,72	5,71	5,7				
A	5,69	5,69	5,7	5,69	5,69				
T	5,72	5,69	5,76	5,72	5,72				
A									
M									
I									
E									
N									
T									
O									
S									

↓

**Modelo de Clasificación Simple**  
**Diseño Completamente al Azar**

**Menú Inicial**

**Menú Anterior**

<b>FUENTES DE VARIACION</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	
Total	18	0,013073684			
Tratamientos	3	0,006733684	0,00	5,31	*
Error	15	0,00634	0,00		

Medias de tratamientos	5,75	5,71	5,69	5,72
Número de repeticiones	5	5	5	5
Error típico de tratamientos	0,01	0,01	0,01	0,01
Error típico ponderado	0,01			

**Prueba de  
comparación múltiple  
de Duncan**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	3,25	3,16	3,01
	5,75	5,72	5,71
<b>1</b>	5,69	*	*
<b>2</b>	5,71	*	NS
<b>3</b>	5,72	NS	



# Humedad

## TRATAMIENTOS



**R**  
**15,5**  
**12,3**  
**13,4**  
**17,2**

**E**  
**15,5**  
**12,3**  
**13,4**  
**17,2**

**P**  
**15,5**  
**12,3**  
**13,4**  
**17,2**

**L**  
**15,9**  
**12,7**  
**13,6**  
**17,4**

I  
15,5  
12,3  
13,4  
17,2

**C**

**A**

**S**

### Diseño Completamente al Azar

FUENTES DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F	
Total	19	71,268			
Tratamientos	3	70,948	23,65	1182,47	***
Error	16	0,32	0,02		
	Medias de tratamientos			15,58	12,38 13,44 17,24
	Número de repeticiones			5	5 5 5
	Error típico de tratamientos			0,06	0,06 0,06 0,06
	Error típico ponderado			0,06	

### Prueba de comparación múltiple de Duncan

		1	2	3
		3,23	3,15	3,00
		17,24	15,58	13,44
1	12,38	*	*	*
2	13,44	*	*	
3	15,58	*		